



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



# Τηλεπισκόπηση - Φωτοερμηνεία

Ενότητα 2: Εισαγωγή στην Αεροφωτογραφία.

Κωνσταντίνος Περάκης  
Ιωάννης Φαρασλής

Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και  
Περιφερειακής Ανάπτυξης



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

Η πρώτη μορφή τηλεπισκόπησης που χρησιμοποιήθηκε συστηματικά για την καταγραφή και χαρτογράφηση γήινων στοιχείων.



Οι φωτογραφίες της γήινης επιφάνειας που λαμβάνονται από αεροπλάνα, ελικόπτερα, αερόστατα ονομάζονται αεροφωτογραφίες.

# ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

Φωτογραφία : «Γραφή με το φως».

Καταγραφή σε ευαίσθητο υλικό (φιλμ ) της ορατής και μέρος της μη ορατής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία ανακλάται από τα διάφορα αντικείμενα.



1826 : Ανακαλύπτεται η αεροφωτογραφία.

# ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ (1)

- ✓1858 – Αεροφωτογράφιση της Bienre (έξω από το Παρίσι) από αερόστατο (Gasparchard Tournachon).
- ✓1860 – Αεροφωτογράφιση από τον James Black του λιμανιού Boston από αερόστατο.



Το λιμάνι Boston 1860.

# ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ (2)

- ✓1882: Αεροφωτογράφιση από την Βρετανική Μετεωρολογική Υπηρεσία από αερόστατο.
- ✓1910: Λήψη των πρώτων αεροφωτογραφιών από αεροπλάνο από τον Wilbur Wright στην Ιταλία.
- ✓1ος Παγκ.Πόλεμος (1914-1918): Συστηματική λήψη αεροφωτογραφιών για αναγνώριση των στοιχείων του εδάφους.

# ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ (3)

- ✓2ος Παγκ. Πόλεμος: Αεροφωτογραφίες σε περιοχές εκτός του ορατού φάσματος.
- ✓Η Kodak αναπτύσσει το υπέρυθρο φιλμ.
- ✓1956: Εντοπισμός ασθενειών από υπέρυθρες αεροφωτογραφίες.



# ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΓΙΑ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ

- Ψηλά κτίρια.
- Αερόστατα.
- Ταχυδρομικά Περιστέρια.
- Αεροσκάφη.
- Ελικόπτερα.

# ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΣ



# ΕΛΙΚΟΠΤΕΡΟ



# ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

Ανάλογα με το μέγιστο ύψος πτήσης:

- Χαμηλού ύψους.
- Μεσαίου ύψους.
- Μεγάλου ύψους.

# ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ ΧΑΜΗΛΟΥ ΥΨΟΥΣ ΠΤΗΣΗΣ

Ύψος : μέχρι 9000 μέτρα:

- Πλεονεκτήματα : Χαμηλό κόστος – ευέλικτα – μικροί διάδρομοι.
- Μειονεκτήματα : Δυσκολία στη διατήρηση γραμμής πτήσης (πλευρικοί – κατακόρυφοι άνεμοι).

# ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ ΜΕΣΑΙΟΥ ΥΨΟΥΣ ΠΤΗΣΗΣ

Ύψος : 9000 – 15000 μέτρα:

Χαρακτηριστικά : Μεγάλες ταχύτητες –  
αεροφωτογραφήσεις μεγάλης κλίμακας.

# ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ ΜΕΓΑΛΟΥ ΥΨΟΥΣ ΠΤΗΣΗΣ

Υψος : Μεγαλύτερο των 15000 μέτρων:

Χαρακτηριστικά : Στρατιωτικές αποστολές  
(U-2, Fantom RF-4E).

# ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

- Δυνατότητα ύψους πτήσης πάνω από την σχεδιαζόμενη αεροφωτογράφιση.
- Διάρκεια πτήσης 6- 8 ώρες για την υλοποίηση της αεροφωτογράφισης.
- Ταχύτητα ανώτερη των 350 ΚΜ την ώρα.
- Μέγιστη δυνατή σταθερότητα & ελάχιστες δονήσεις.
- Κατάλληλη θέση για την τοποθέτηση της φωτογραφικής μηχανής.
- Εμπειρο πилότο φωτογράφο.



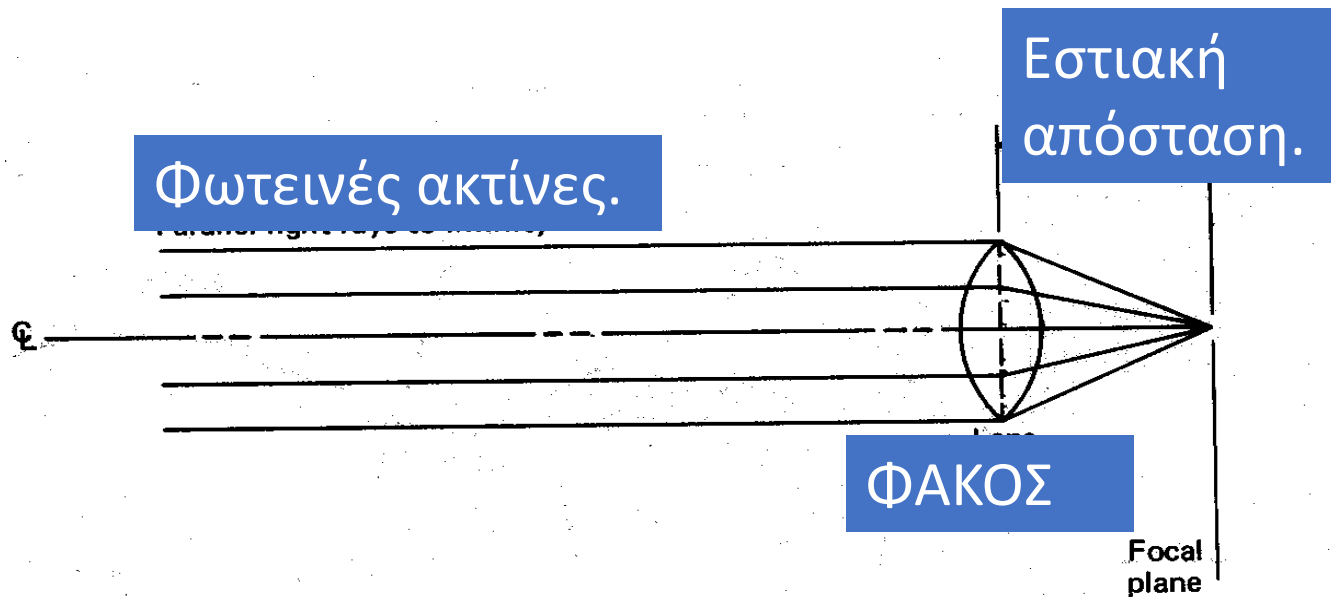
# ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ (Μηχανές εναέριας λήψης)

Κύρια μέρη της αεροφωτογραφικής μηχανής :

- Φακός ή σύστημα φακών.
- Διάφραγμα.
- Φωτοφράκτης.
- Φίλτρο.
- Μηχανισμός κίνησης του Φιλμ.
- Θήκη του Φιλμ.
- Εστιακό επίπεδο – εστιακή απόσταση.

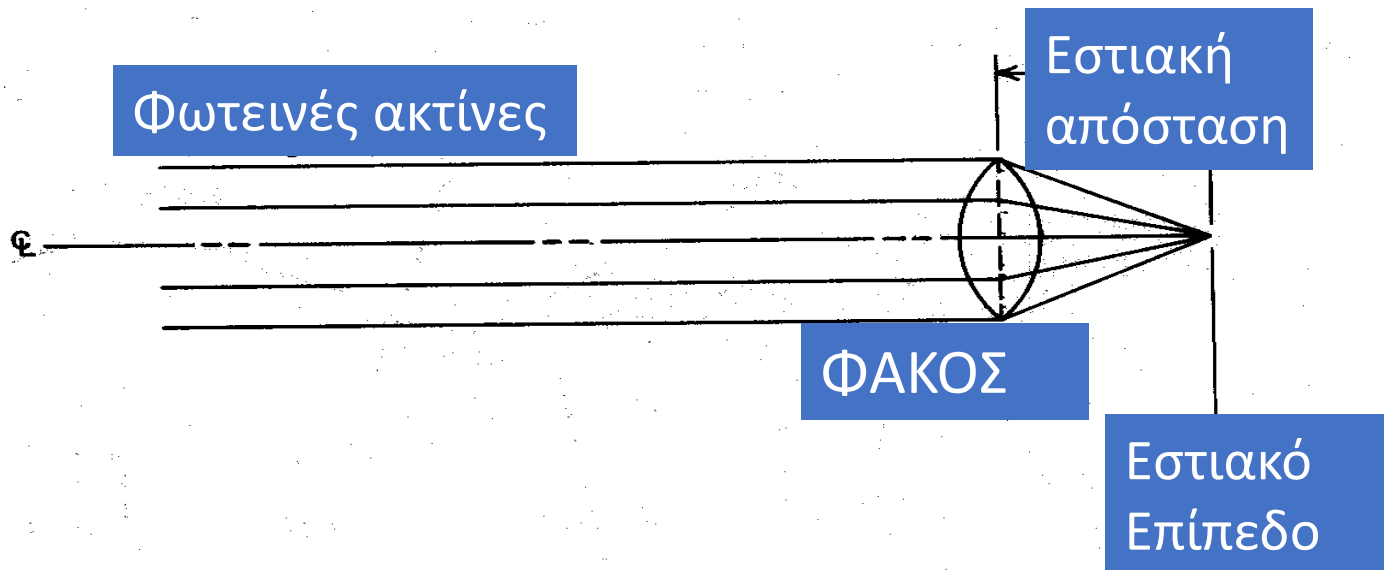
# ΦΑΚΟΣ ΣΤΙΣ ΑΕΡΟΜΗΧΑΝΕΣ

- Συλλογή φωτεινών ακτινών εστίασή τους στο εστιακό επίπεδο της μηχανής.
- Ικανότητα αποτύπωσης λεπτομερειών των αντικειμένων.



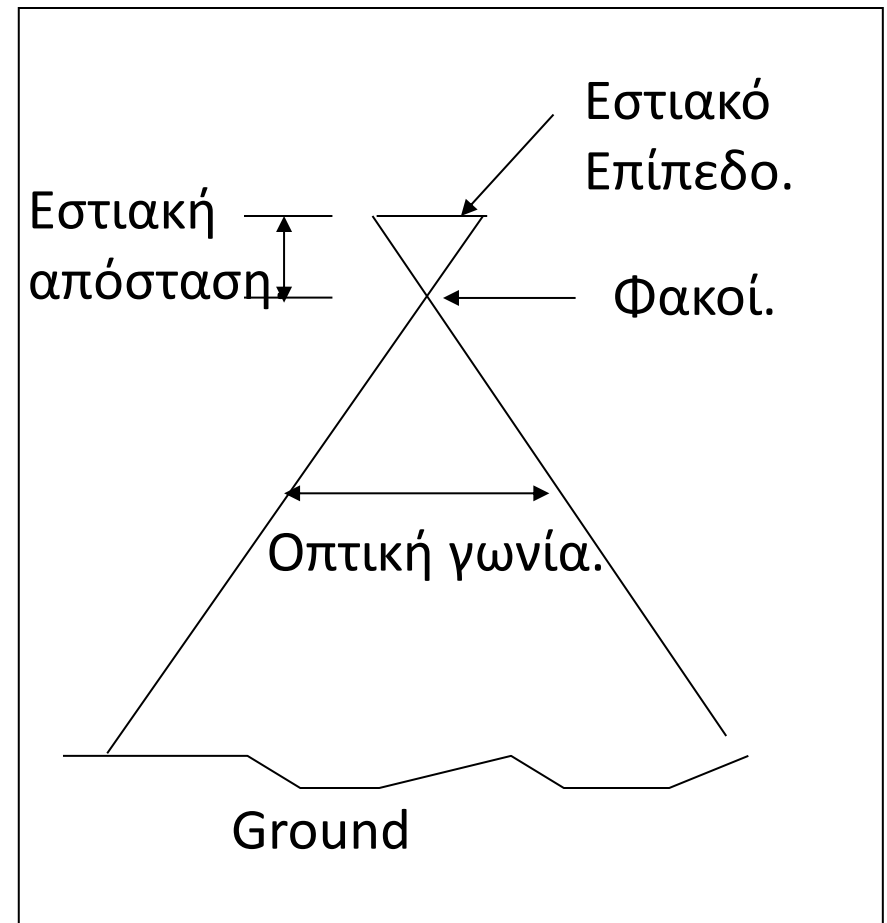
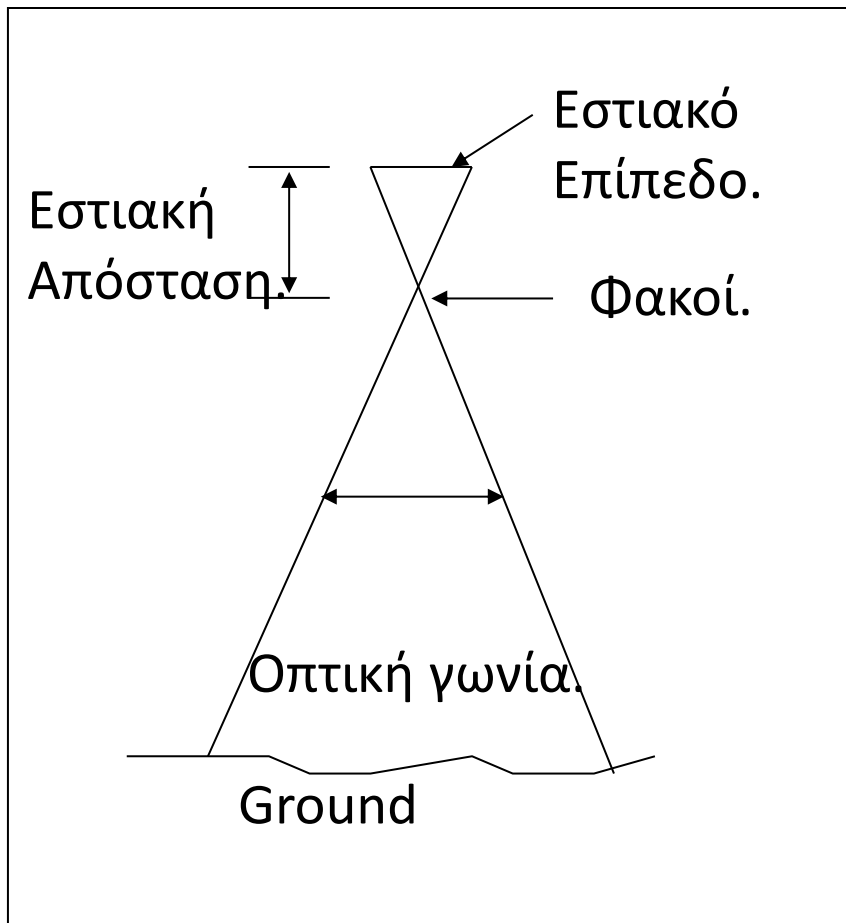
# ΕΣΤΙΑΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ – ΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

- **Εστιακό επίπεδο:** Το επίπεδο πάνω στο οποίο τοποθετείται το φιλμ και σχηματίζεται το είδωλο του αντικειμένου.
- **Εστιακή απόσταση:** Η απόσταση από το κέντρο του φακού μέχρι το εστιακό επίπεδο.



# ΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ (1)

Μεγαλύτερη εστιακή απόσταση μικρότερη οπτική γωνία.



# ΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ (2)

- Λήψη με φακό μεγαλύτερης εστιακής απόστασης θα δημιουργεί Α/Φ ..... κλίμακας σε σχέση με φακό μικρότερης εστιακής απόστασης ;;;;
- Θα χρησιμοποιήσουμε μικρή ή μεγάλη εστιακή απόσταση για τη μελέτη της βλάστησης στα μικροδιάκενα σ' ένα δάσος ;;;; (γιατί;).

# ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ - ΦΩΤΟΦΡΑΚΤΗΣ

- Η ποσότητα του φωτός που περνάει από του φακούς ελέγχεται από το διάφραγμα και το φωτοφράκτη.
- Το διάφραγμα : Εμποδίζει το πέρασμα των ακραίων ακτινών και επιτρέπει το πέρασμα των κεντρικών.
- Φωτοφράκτης : Το χρονικό διάστημα που επιτρέπεται το πέρασμα των ακτινών (χρόνος έκθεσης).

# ΦΙΛΜ

➤ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΑ.

➤ΕΓΧΡΩΜΑ.

# ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΑ ΦΙΛΜ

- **ΟΡΘΟΧΡΩΜΑΤΙΚΟ** : Ευαίσθητο στο υπεριώδες, στο μπλε και σε τμήμα του πράσινου.
- **ΠΑΝΧΡΩΜΑΤΙΚΟ** : Ευαίσθητο στο ορατό τμήμα του φάσματος (0,3 – 0,7  $\mu\text{m}$ ).
- **ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΟ ΥΠΕΡΥΘΡΟ** : Ευαίσθητο στο ορατό και μέρος του ανακλούμενου υπέρυθρου (0,3 – 0,9  $\mu\text{m}$ ).



# ΠΑΝΧΡΩΜΑΤΙΚΟ ΦΙΛΜ

Ευρέως χρησιμοποιούμενο κατά τις αεροφωτογραφήσεις γιατί :

- Ευκολία απόκτησης.
- Χαμηλό κόστος αγοράς.
- Απλοποιημένη διαδικασία εμφάνισής του.

# ΑΣΠΡΟΜΑΥΡΟ ΥΠΕΡΥΘΡΟ

## ➤ Πλεονεκτήματα :

- Κατάλληλο για τη διάκριση των ειδών βλάστησης.
- Κατάλληλο για τους δασολόγους.
- Το νερό αποτυπώνεται με σκούρο τόνο.
- Οι Α/Φ με Ασπρομ. Υπέρυθρο είναι καθαρότερες από τις πανχρωματικές γιατί έχουν μεγαλύτερη διεισδυτικότητα στην ατμοσφαιρική αχλή.

## ➤ Μειονεκτήματα :

- Η σκιές καταγράφονται με σχεδόν μαύρο τόνο. (δηλαδή;;).
- Σταθερή θερμοκρασία αποθήκευσης.

# ΕΓΧΡΩΜΑ ΦΙΛΜ

## ➤ Πλεονεκτήματα:

- Τα χρώματα είναι συνδεδεμένα με χρήσεις όπως: Πράσινο για το δάσος, μπλέ για το νερό, άσπρο για το χιόνι
- Ο άνθρωπος διακρίνει :200 χρωματικές αποχρώσεις αλλά μόνο 20 διαβαθμίσεις του γκρι

## ➤ Μειονεκτήματα :

- Μεγάλο κόστος παραγωγής

# ΤΥΠΟΙ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

- **Κατακόρυφες Α/Φ:** Ο άξονας της φωτογραφικής μηχανής είναι κατακόρυφος κατά τη στιγμή λήψης. (ή απόκλιση μέχρι 3 μοίρες).
- **Πλάγιες Α/Φ:** Ο άξονας της φωτογραφικής μηχανής έχει απόκλιση από 3 – 90 μοίρες:
  - Λίγο πλάγιες: Δεν φαίνεται ο ορίζοντας.
  - Πολύ πλάγιες: Φαίνεται ο ορίζοντας.

# ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

- Πιο ακριβείς μετρήσεις των αντικειμένων (μήκη, γωνίες) σε σχέση με την πλάγια.
- Δυνατότητα χρήσης σαν χάρτη όταν η επιφάνεια είναι επίπεδη.
- Δεν καλύπτονται αντικείμενα από τα γειτονικά τους.
- Δυνατότητα εύκολης στερεοσκοπικής παρατήρησης.
- Διαθέσιμες κατακόρυφες αεροφωτογραφίες για όλες τις περιοχές της χώρας.
- Ο Φωτογραμτρικές μέθοδοι έχουν σαν βάση τις κατακόρυφες Α/Φ.

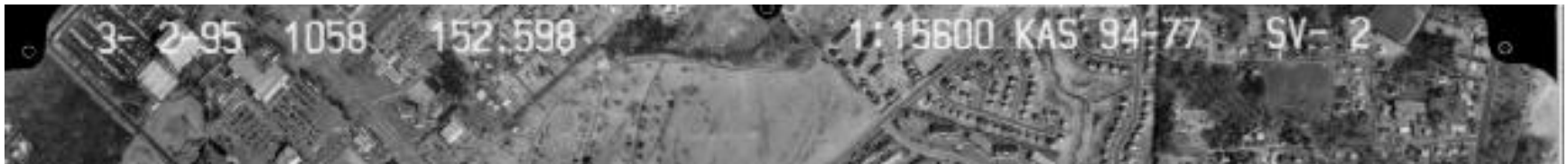
# ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΑΓΙΩΝ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

- Λιγότερες πλάγιες Α/Φ σε σχέση με τις κατακόρυφες για την ίδια περιοχή.
- Πιο γνωστά τα αντικείμενα στο φωτοερμηνευτή.
- Η πτήση δεν γίνεται πάνω από την περιοχή μελέτης.

# ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΤΗΝ Α/Φ (Αεροφωτογραφία)

Σε κάθε αεροφωτογραφία υπάρχουν οι εξής πληροφορίες:

- Αύξων αριθμός καταγραφής.
- Ημερομηνία λήψης.
- Ώρα λήψης.
- Ύψος πτήσης σε μέτρα (H).
- Εστιακή απόσταση της φωτομηχανής (σε χιλιοστά –mm).
- Κλίμακα (όχι πάντα).



# ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΣΤΙΣ Α/Φ

**Κλίμακα Α/Φ:** Ο λόγος της απόστασης μεταξύ δύο σημείων στην εικόνα προς την αντίστοιχη απόσταση στο έδαφος.

$$1/\kappa = f/H$$

Εστιακή απόσταση.

Ύψος πτήσης του.  
αεροσκάφους

Υπολογίστε την κλίμακα σε Α/Φ με  $H = 3000 \text{ m}$  &  $f = 15 \text{ cm}$ .



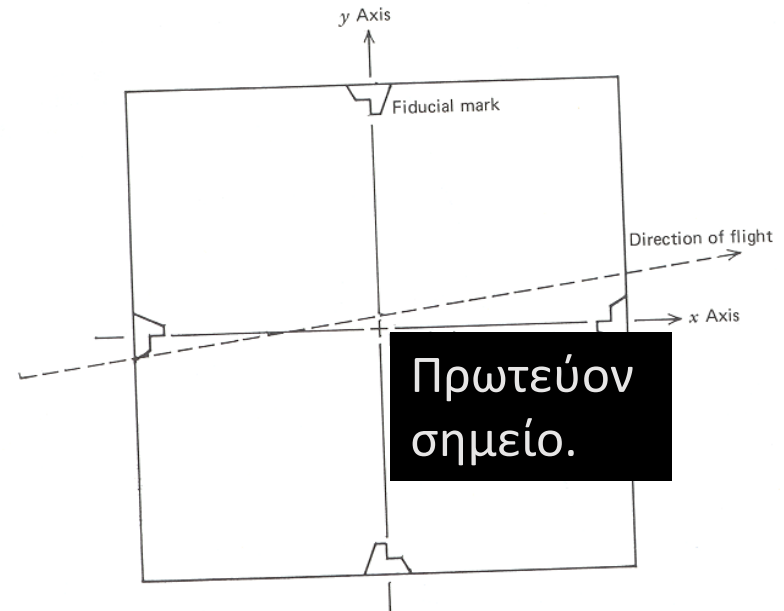
# ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ Α/Φ

## Πρωτεύον σημείο

Ορίζεται από την τομή των ευθειών που συνδέουν τα σημεία πλαισίου.

Ορίζει το κέντρο της Α/Φ και το ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων.

Ο άξονας  $x$  ορίζει την γραμμή πτήσης.

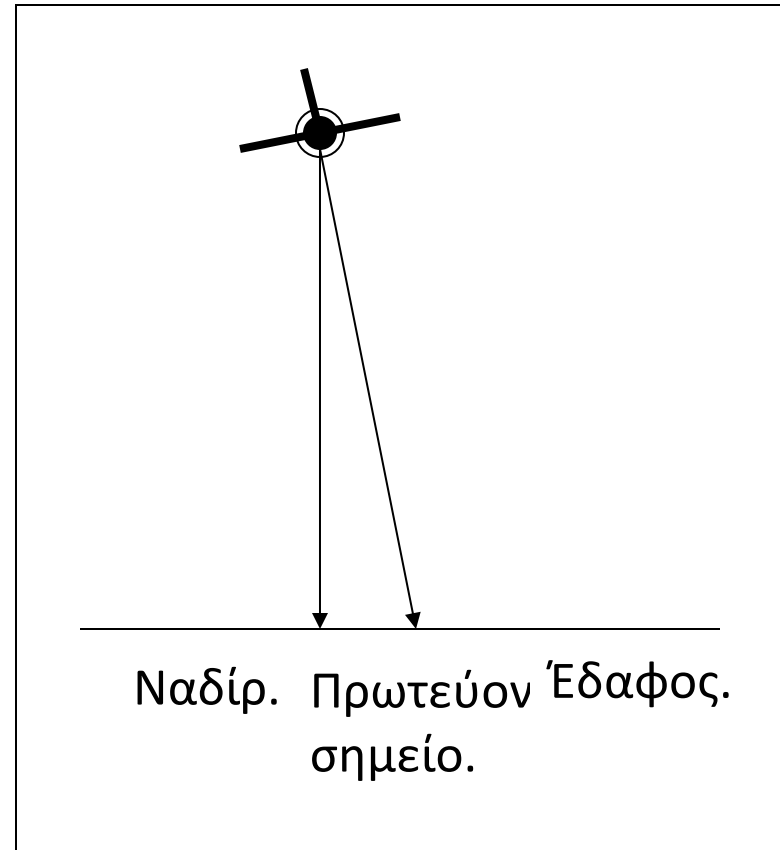


# ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ Α/Φ : ΤΡΙΑ ΚΕΝΤΡΑ (1)



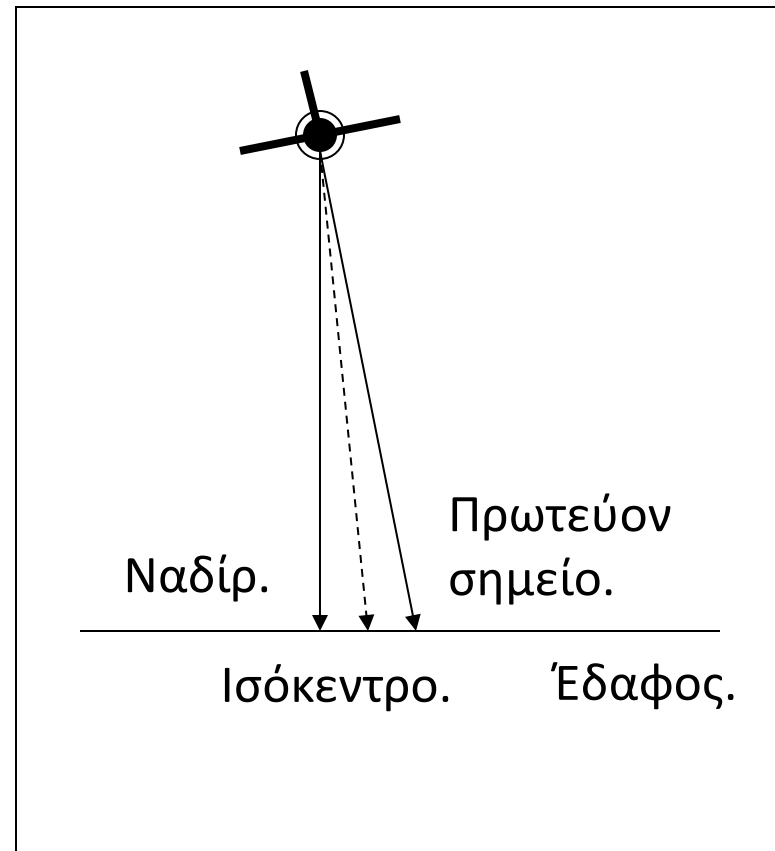
# ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ Α/Φ : ΤΡΙΑ ΚΕΝΤΡΑ (2)

**Ναδίρ:** Το σημείο τομής του επιπέδου της Α/Φ και της καθέτου μεταξύ του φακού της φωτομηχανής προς την επιφάνεια του εδάφους.

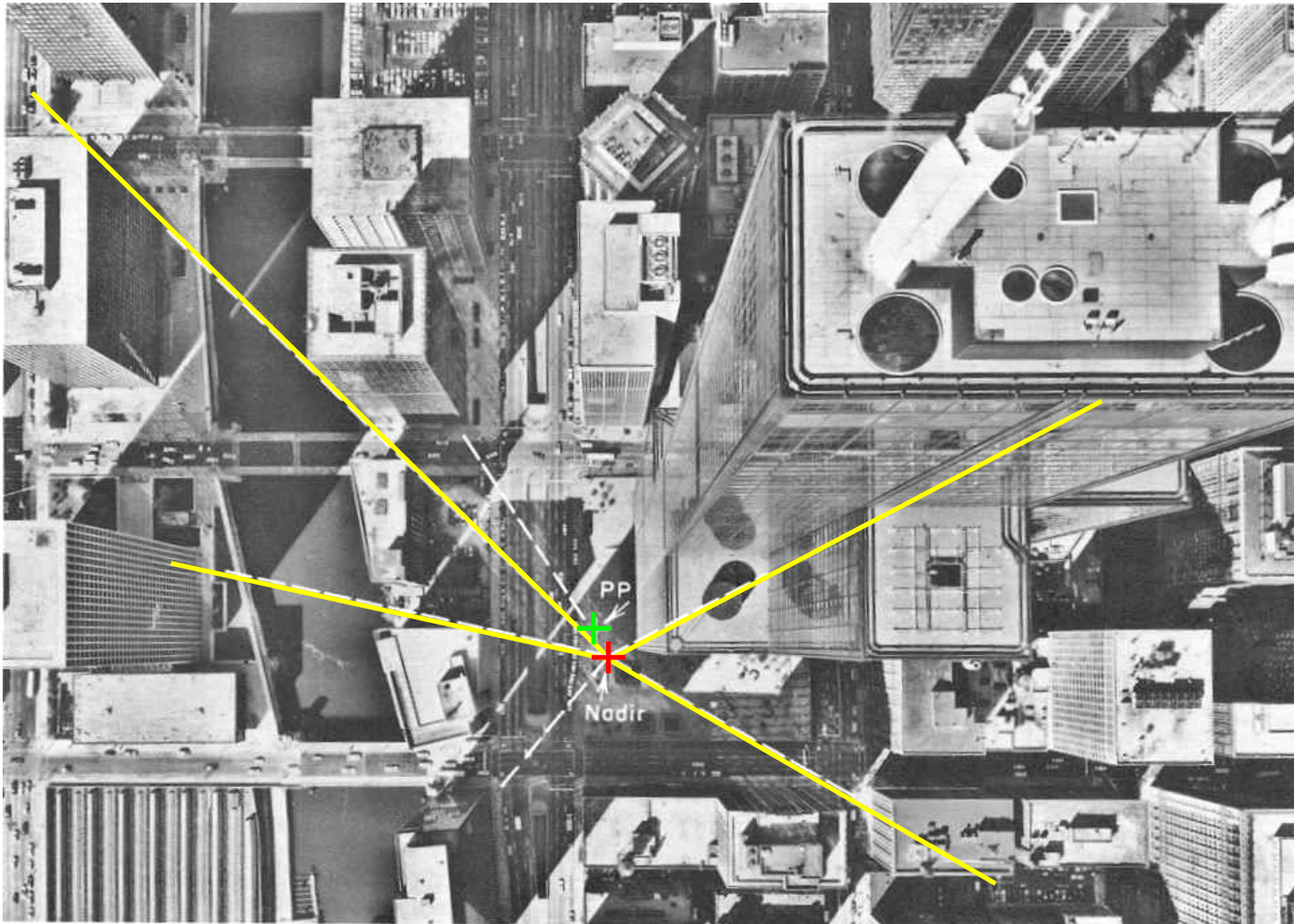


# ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ Α/Φ : ΤΡΙΑ ΚΕΝΤΡΑ (3)

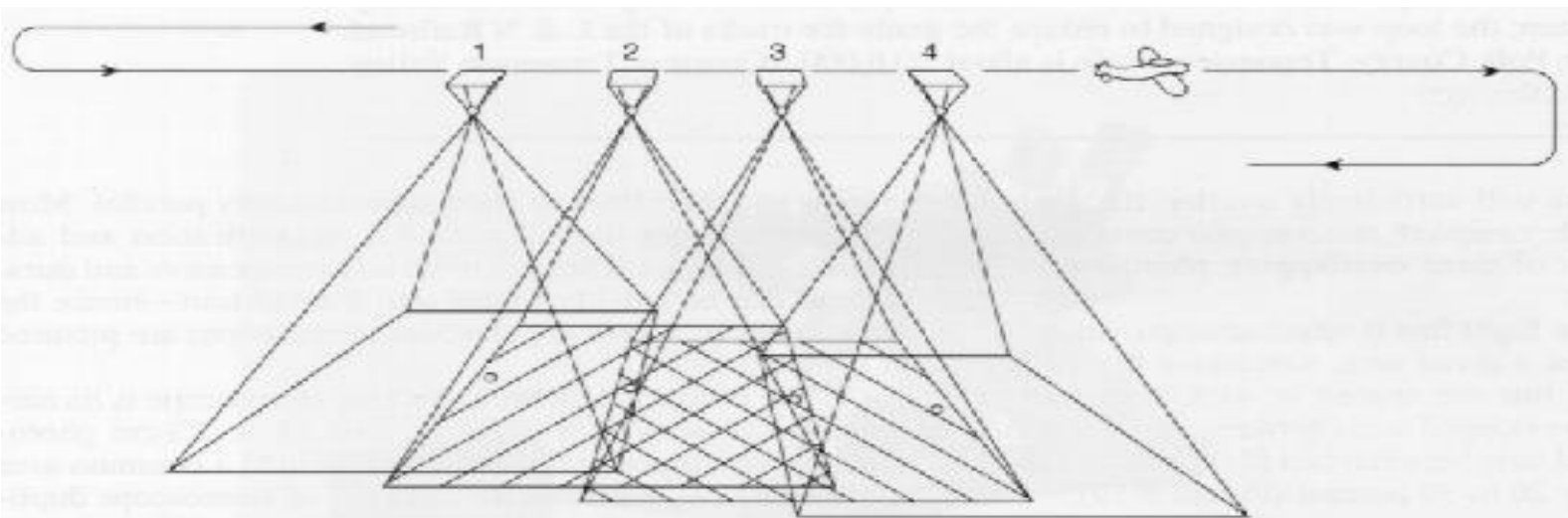
**Ισόκεντρο:** Το σημείο που βρίσκεται ανάμεσα στο πρωτεύον σημείο και στο Ναδίρ.



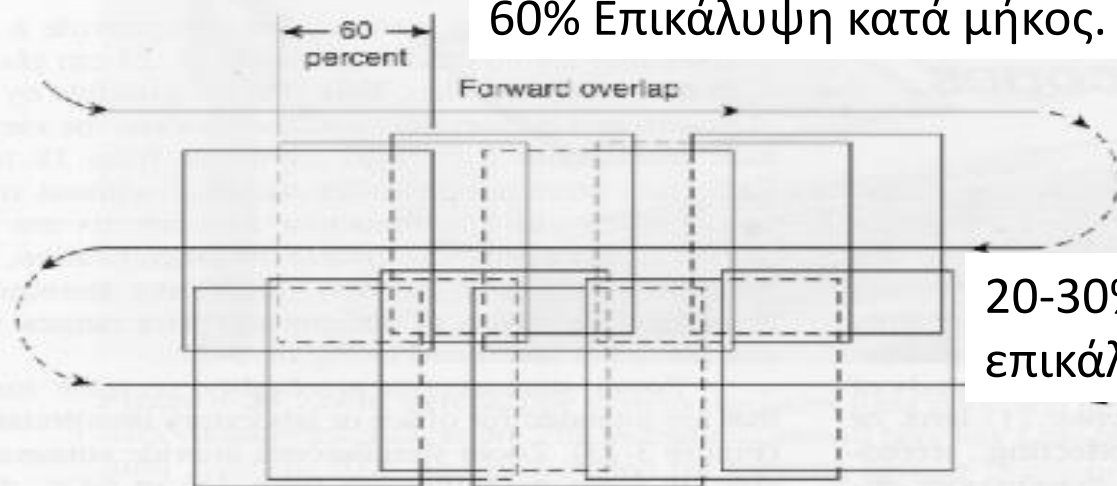
# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ Α/Φ



# ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ (1)



60% Επικάλυψη κατά μήκος.



20-30% Πλευρική  
επικάλυψη.

# ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

## ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ (2)

➤ Κατάλληλη ώρα πτήσης : Αργά το πρωί.

➤ Χαμηλός άνεμος.

➤ Καθαρός ουρανός.

➤ Ελάχιστες σκιάσεις.

➤ Τι εποχή;

➤ Μάρτιο/Απρίλιο για φωτογραμμετρικές εργασίες.

➤ Καλοκαίρι για μελέτη βλάστησης.

# ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΤΗΝ Α/Φ

- Σύννεφα, αχλή, σκίαση/γωνία ήλιου, χιόνι.
- Ανωμαλίες λόγω ανάγλυφου-πτήσης.
- Περιορισμός στην καταγραφή στο ΗΜΦ 0.3 - 0.9  $\mu\text{m}$  (UV-NIR).





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



# Τέλος Ενότητας 2

Εισαγωγή στην Αεροφωτογραφία.

